

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-354919

(43)Date of publication of application : 24.12.1999

(51)Int.Cl.

H05K 3/34

B23K 31/02

B23K 35/26

(21)Application number : 10-155594

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 04.06.1998

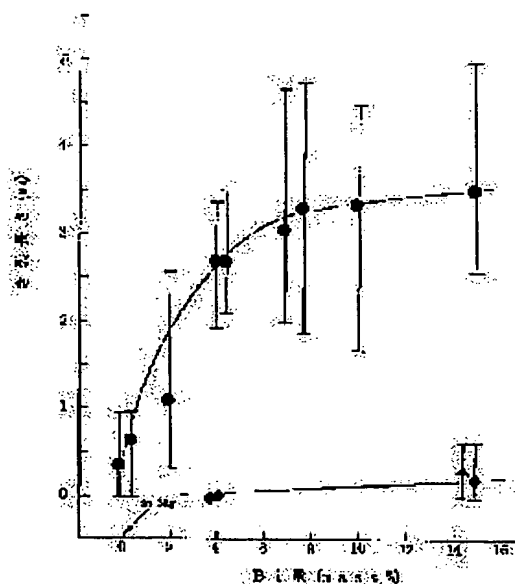
(72)Inventor : SOGA TASAO  
 ISHIDA TOSHIHARU  
 NAKATSUKA TETSUYA  
 SHIMOKAWA HIDEYOSHI  
 SERIZAWA KOJI  
 AMANO YASUO  
 SAKAGUCHI MASARU  
 YAMAGUCHI HIROSHI

## (54) MANUFACTURE OF ELECTRONIC CIRCUIT BOARD

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a proper temperature profile when connected by solder and increase the connection reliability by specifying the cooling speed of Pb-free solder including Bi when connecting electronic components to a circuit board.

SOLUTION: In order to inspect the lift-off for various compositions, Sn-3Ag solder is added with Bi by 0, 2, 4, 7, 10, 15%. From a graph obtained, it can be seen that any composition has a lift-off at a cooling speed of 1° C/s (black dots) or about, which is a cooling speed in usual flow solder. Next, in order to change the cooling speed largely, the solder is cooled in water or hot water at a cooling speed of 5-40° C/s. As a result, it can be seen that there is no lift-off nor cracking in external appearance in cooling in hot water at a cooling speed of 10-20° C/s (black square marks). The higher the cooling speed becomes, the less Bi segregates. For suppression of cracks, the cooling speed of about 40° C/s or lower is good, preferably 10-20° C/s. By cooling the solder rapidly, there is not time lag in solidification from part to part and thereby connection failure can be reduced.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 29.08.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3414263

[Date of registration] 04.04.2003

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-354919

(43) 公開日 平成11年(1999)12月24日

(51) Int.Cl.<sup>9</sup>

識別記号

F I

H 0 5 K 3/34

5 1 2

H 0 5 K 3/34

5 1 2 C

B 2 3 K 31/02

3 1 0

B 2 3 K 31/02

3 1 0 H

35/26

3 1 0

35/26

3 1 0 A

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平10-155594

(22) 出願日

平成10年(1998) 6 月 4 日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目 6 番地

(72) 発明者 曾我 太佐男

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式

会社日立製作所生産技術研究所内

(72) 発明者 石田 寿治

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式

会社日立製作所生産技術研究所内

(72) 発明者 中塚 哲也

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式

会社日立製作所生産技術研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

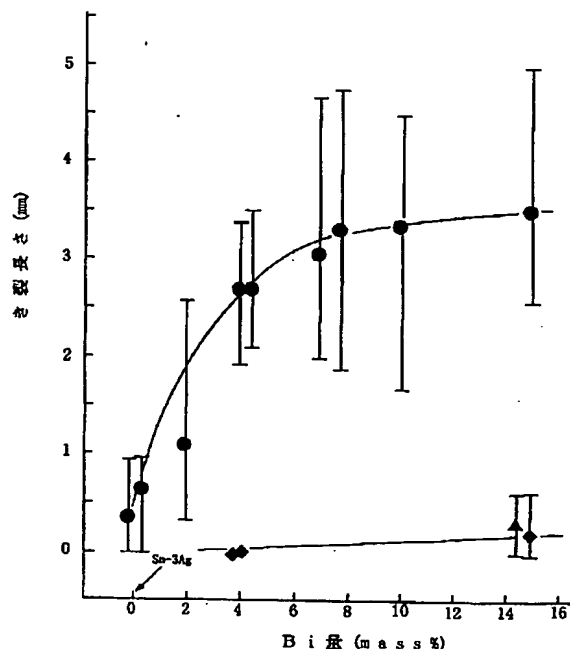
(54) 【発明の名称】 電子回路基板の製造方法

(57) 【要約】

【課題】本発明は、Biを含んだ鉛フリーはんだを用いた電子部品と回路基板との接続信頼性を向上させ、接続不良の少ない電子回路基板の製造方法を提供することを目的とする。特にはんだ接続時の温度プロファイルを適正化することによりその接続信頼性を向上させ、接続不良の少ない電子回路基板の製造方法を提供することを目的とする。

【解決手段】本発明は、上記目的を達成するために、Biを含有するPbフリーはんだを用いて電子部品と回路基板とを接続する電子回路基板の製造方法であって、該はんだを約10~20°C/sの冷却速度で冷却して該電子部品と該回路基板と接続したものである。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 Bi を含有する Pb フリーはんだを用いて電子部品と回路基板とを接続する電子回路基板の製造方法であって、該はんだを約 10～20℃/s の冷却速度で冷却して該電子部品と該回路基板と接続したことを特徴とする電子回路基板の製造方法。

【請求項 2】 Bi を含有する Pb フリーはんだを用いて電子部品と回路基板とを接続する電子回路基板の製造方法であって、該はんだの液相線温度近傍から固相線温度近傍までを約 10～20℃/s の冷却速度で冷却して該電子部品と該回路基板と接続したことを特徴とする電子回路基板の製造方法。

【請求項 3】 Bi を含有する Pb フリーはんだを用いて電子部品と回路基板とを接続する電子回路基板の製造方法であって、該はんだの液相線温度近傍から固相線温度近傍までの温度域を約 10～20℃/s の第一の冷却速度で冷却し、その後、第一の冷却速度よりも遅い第二の冷却速度で冷却して該電子部品と該回路基板と接続したことを特徴とする電子回路基板の製造方法。

【請求項 4】 前記第二の冷却速度が 0.1～5℃/s であることを特徴とする請求項 3 記載の電子回路基板の製造方法。

【請求項 5】 Bi を含有する Pb フリーはんだを用いて電子部品と回路基板とを接続する電子回路基板の製造方法であって、該はんだの固相線温度近傍以下の温度域を 0.1～5℃/s の冷却速度で冷却することを特徴とする電子回路基板の製造方法。

【請求項 6】 エア、不活性ガス、噴霧液、蒸気、液体、液体窒素、ドライアイスなどの少なくとも室温以下の冷媒により冷却したことを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれかに記載の電子回路基板の製造方法。

【請求項 7】 前記不活性ガスが、液体窒素、ドライアイス、液体窒素、ドライアイスのいずれか一つを含む混合体であることを特徴とする請求項 5 記載の電子回路基板の製造方法。

【請求項 8】 フロリナート液などの少なくとも室温以下のフラックス洗浄液を噴霧又はシャワーで供給して冷却することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれかに記載の電子回路基板の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 電子回路基板への LSI、部品等を実装した電子回路基板の製造方法に係り、特に Pb フリーの Bi 系はんだを用いて実装した電子回路基板の製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 Pb フリーの Bi 系はんだを通常のフロープロセスではんだ付けすると、基板の Cu ランド部とはんだとが剥離する（リフトオフと呼ばれている）ことが知られている。また、リフトオフは Sn-Bi 系はんだの Bi の偏

析により生じることが知られている（菅沼：回路実装学術講演大会講演論文集、p67、H10.3.24）。

【0003】 このリフトオフのメカニズムは複雑で明確にされた訳ではないが、水、水蒸気噴霧で急冷してリフトオフ発生を防止できることが知られている（H10.4.27 日刊工業新聞、阪大）。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、単純に水や水蒸気噴霧で急冷すると、Bi の偏析はなくなるがはんだにクラックを発生させたり、部品への熱衝撃、冷却液による悪影響（接点、腐食等）の問題がある。

【0005】 本発明は、Bi を含んだ鉛フリーはんだを用いた電子部品と回路基板との接続信頼性を向上させ、接続不良の少ない電子回路基板の製造方法を提供することを目的とする。特にはんだ接続時の温度プロファイルを適正化することによりその接続信頼性を向上させ、接続不良の少ない電子回路基板の製造方法を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明は、上記目的を達成するために、Bi を含有する Pb フリーはんだを用いて電子部品と回路基板とを接続する電子回路基板の製造方法であって、該はんだを約 10～20℃/s の冷却速度で冷却して該電子部品と該回路基板と接続したものである。

【0007】 また、Bi を含有する Pb フリーはんだを用いて電子部品と回路基板とを接続する電子回路基板の製造方法であって、該はんだの液相線温度近傍から固相線温度近傍までを約 10～20℃/s の冷却速度で冷却して該電子部品と該回路基板と接続したものである。

【0008】 また、Bi を含有する Pb フリーはんだを用いて電子部品と回路基板とを接続する電子回路基板の製造方法であって、該はんだの液相線温度近傍から固相線温度近傍までの温度域を約 10～20℃/s の第一の冷却速度で冷却し、その後、第一の冷却速度よりも遅い第二の冷却速度で冷却して該電子部品と該回路基板と接続したものである。

【0009】 また、前記第二の冷却速度が 0.1～5℃/s であるものである。

【0010】 また、Bi を含有する Pb フリーはんだを用いて電子部品と回路基板とを接続する電子回路基板の製造方法であって、該はんだの固相線温度近傍以下の温度域を 0.1～5℃/s の冷却速度で冷却するものである。

【0011】 また、前述の冷却を、エア、不活性ガス、噴霧液、蒸気、液体、液体窒素、ドライアイスなどの少なくとも室温以下の冷媒により行うものである。

【0012】 また、前記不活性ガスが、液体窒素、ドライアイス、液体窒素、ドライアイスのいずれか一つを含む混合体であるものである。

【0013】 また、フロリナート液などの少なくとも室温以下のフラックス洗浄液を噴霧又はシャワーで供給し

て冷却するものである。

【0014】このように10~20°C/sで急冷すれば、Biを含んだ鉛フリーはんだを用いて電子部品と回路基板とを接続したとしても、はんだにクラック等は発生しないことが実験により確認された。すなわち、10~20°C/sで急冷することで、接続不良の少ない電子回路基板の製造方法を提供することが可能であることが確認された。

【0015】また、固相線温度以下を0.1~5°C/sで徐冷すれば、Biを含んだ鉛フリーはんだを用いて電子部品と回路基板とを接続したとしても、固相線温度から室温までの温度差による応力が緩和されはんだにクラック等は発生しないことも実験により確認された。すなわち、固相線温度以下を0.1~5°C/sで徐冷することで、接続不良の少ない電子回路基板の製造方法を提供することが可能であることが確認された。

【0016】さらに、この2つの急冷と徐冷を組み合わせることで、総合的に優れた電子回路実装基板の製造が可能となる。

【0017】

【発明の実施の形態】まず、リフトオフのメカニズムを図2で説明する。

【0018】(a)はスルーホール断面のランド部のクラックを示し、(b)ははんだの外観をSEM(走査型電子顕微鏡)観察したものであり、ランド部のリフトオフを示している。(c)は、(a)(b)で示したCuパッドを形成したスルーホールと、そのスルーホールに挿入したCuリードとをはんだ接続した例をモデル化したものである。

【0019】図2(c)に示すように、リフトオフの発生要因としては、基板の厚さ方向の熱膨張係数の差がリード(ピン)に比べ著しく大きいことから、拘束の始まるはんだの固相線温度から室温までの温度差が大きいために起きる場合(①)と、冷却時にはんだ凝固の時間差で起きる場合(②-1)：部品側は金属であるため、図中で示したようにフィレット先端部で先に凝固して、凝固しない部分を引っ張る形になる。この間基板の収縮に伴い、ランド部が容易に剥離する)と、Biがランド部に集まる場合(②-2)：生成物(Bi)が形成される場合と生成物(Bi)が形成されなくても、Biの影響で強度低下を起こす場合)とがある。なお、②-1は液相線と固相線との温度差と凝固プロセスに起因し、②-2はBiの偏析に起因するものである(後述する図4にこれらの関係を示す)。

【0020】次に、PbフリーのBi系はんだのリフトオフ現象を説明するため、Sn-3mass% Ag(以下、単にSn-Agと略す)にBi量をパラメータにしたはんだの各種実験を行いデータと材料物性値から現象を考察した。

【0021】リフトオフ実験用サンプルはDIP(Dual In-line Package)のピンを6層で1.6tのガラスエポキシ基板のスルーホールに挿入し、ロジンに僅かに酸が入ったフラックスを塗布しはんだ浴に浸漬して、継手の冷却速度

を変えて作製した。冷却速度を変えた実験は、実験が容易な大気及び水(湯)で行った。冷却速度は熱電対先端をランド上に耐熱テープで固定して測定した。はんだ付け条件はすべての組成に対して、250°Cで、3秒間である。基板の穴径は1.0mmで、ランド径は1.6mmである。リフトオフは低倍率の電子顕微鏡観察で外観を観察し、ランド周辺の剥離部の長さを尺度とした。

【0022】図1はSn-3AgはんだにBi量を0, 2, 4, 7, 10, 15%添加したときのBi量とリフトオフの剥離部の長さ(き裂長さ)の関係を示したものである。

【0023】通常のフローソルダリングにおける冷却速度である1°C/s(黒丸印)程度ではすべての組成でリフトオフが発生していることが分かった。

【0024】次に、冷却速度を大きく変えるため、水(室温)および湯中(100°C)で試みた。水及び湯では5~40°C/sの範囲で変えることができた。この実験により、冷却速度が10~20°C/sの湯冷(黒四角印)ではリフトオフがなく、かつ外観(クラックが発生しないこと)も優れていることがわかった。また、冷却速度が約40°C/s(黒三角印)の水冷では、リフトオフは起こらないが外観上は、湯冷ほど良好ではないことが分かった。すなわち、冷却速度が40°C/sでは、冷却速度が速すぎることからクラックを発生するものがあり、実用的ではないことが分かった。

【0025】なお、冷却速度を速めるほどBiの偏析は防止できた。

【0026】以上のように、リフトオフの一要因と考えられるBiの偏析を抑制するには、冷却速度を速めた方が良いが、はんだのクラックを抑制するには冷却速度は約40°C/sよりも遅い方が良いことが分かった。特に10~20°C/sの冷却速度が良いことが分かった。また、急冷することではんだ凝固の部分的な時間差がなくなることから、図2に示した②の要因を解決できることが分かった。

【0027】一方、Sn-3Agの場合、Biが存在しなくてもリフトオフが発生するのは図2に示す①の要因によるものであり、221°Cから室温までの温度差が大きいためによる大きな熱応力に耐えきれずリフトオフが起きることが分かった。即ち、基板の厚さ方向の熱膨張係数(70×10<sup>-6</sup>/°C)が、リード材(427×10<sup>-6</sup>/°C、Cu系:17×10<sup>-6</sup>/°C)、はんだ(20×10<sup>-6</sup>/°C)に比べ極端に大きいことから、はんだが221°Cで凝固してから室温に下がるまで基板は厚さ方向に大きく収縮することにより起こることが分かった。従って、リフトオフの一要因と考えられる熱応力を抑制するには、はんだの固相線温度以下を0.1~5°C/sで徐冷することが良いことが分かった。

【0028】次に、図4は図1、図2の結果をより明確にしたものであり、Sn-Ag-Bi系はんだ組成と物性値、熔融特性、強度等の関係を示す。なお、図中の3元共晶(Sn-1Ag-57Bi)の比率は、図3に示すようにSn-3AgにBiが1

5%入った組成における組織（粗大なSn晶と微細なSn-1Ag-57Biの3元共晶）と、示差熱(DSC)曲線における137℃の3元共晶(Sn-1Ag-57Bi)反応域の面積Q1を求め、3元共晶のDSCから得た面積Q0を100%として、両者の面積比を求めたものである。

【0029】図4に示すように、Biが7.5%以上では界面の強度は小さく(②-1)、3元共晶が存在してくる。また、液相線と固相線との温度差 $\Delta T$  (①)も増してリフトオフが発生しやすい方向になる。しかし、Biを多量に含んだ3元共晶(Sn-1Ag-57Bi)になると、温度差 $\Delta T$ がなくなるため、かつ、①のモードの固相線温度(137℃)から室温(20℃)までの温度差が小さいため、リフトオフの発生はなくなる。一方、Biが少ない組成、例えば2%前後では冷却速度が10℃/s以下でもほぼ良好な結果が得られた。即ち、Biが少ない組成は固相線温度が高く、液相線と固相線との温度差も少なく、かつ、接合界面の強度も高い。このため、リフトオフが起こりにくい状況下にあるので、冷却速度は5℃/s前後でも可能である。これより、リフトオフは液相線と固相線との温度差と、冷却速度と、界面の強度の相互関係に依存しており、当然、組成にも影響してくることが分かった。

【0030】このように接合界面の強度低下原因はBi量で異なる。図1からも分かるように、4~6%Bi前後を境に曲線が折れ曲がっていることが分かる。この変曲点を境に現象が異なっていることが予想される。この変曲点以上では融点の低いBiを多量(57%)に含んだ3元共晶が存在することから、Bi同志が結合して粗大化し、界面に沿って偏析することが予想される。本来Cuと反応しにくいBiがCu界面に集まると、Cuとの密着力がないことから容易に剥離を起こすことは明らかである。

【0031】一方、Biがこの変曲点以下の場合、即ち比較的に融点の高いはんだの場合、均一なBi相は界面で観察されない。しかし、Biの少ないはんだでも、最終凝固のランド界面では、凝固のプロセスとしてBiを界面に偏析する程の量は無いが、Biが界面近傍に集まってくることは予想される。この結果として、図4のBiが0~変曲点における強度低下の原因として関係してくる。

【0032】この範囲ではBiが増すと、直線的に強度低下を示しているが、この範囲では接合界面でのBiはXMA分析にはかからないレベルであり、Biの偏析ではないとみなされる。これまでもSn-Pb系はんだにおいて、はんだ中のBiの存在がCu-Snとの化合物形成を阻害し、強度低下の一因になっていることが確認されており、しかも界面強度がはんだのBi含有量の増加に伴って減少していることが確認されている(山本他：回路実装学会誌、Vol. 10, No. 6 (1995. 9))ことから、この場合も現象的に類似したケースと考えられる。即ち、Biが増えるにつれて、界面において、分子レベルの極く薄い層でCuとSnとの正味の接合部が少なくなり、強度低下を起こしているものと推定する。はんだのバルク材として、DSCカーブによ

る3元共晶の存在の有無が、昇温、冷却の温度勾配でも異なるが、ほぼこの近傍で現れることから、一連の関連があるものと思われる。界面におけるこのBiの境界値は微妙であり、熱処理、エージング有無で拡散にも大きく影響を及ぼすことから多少のズレは予想される。

【0033】以上の実験結果から、リフトオフをなくすプロセスの条件としては、凝固が完了する固相線温度までを10~20℃/sで急冷させることにより、Biの界面への析出を避け、即ち、はんだ中にBiを分散させることにより、界面のBiの偏析に起因した強度低下を防止することが望ましいことが分かった。これにより本来は界面に析出されるBi層は無く、急冷によりBiがはんだ中の広範囲に分散していることを実験で確認できた。また、はんだにクラックが発生しないことも確認できた。

【0034】一方、急冷して欠陥を起こす主要因は短時間の温度変化である。そこで、熱応力の発生を少なくするため、固相線温度以下は0.1~5℃/sで徐冷することで短時間の温度変化による応力を緩和することが望ましいことが分かった。

【0035】ところで、冷却速度は基板の熱容量にも関係してくるので、冷却効果を上げるため固相線温度以下の冷媒で冷やす必要がある。特に、冷媒が気体の場合は気体の熱容量が小さいので、冷却効果を上げるには温度を室温以下に下げて初期における冷却効果を上げないことには急冷できない。室温より冷えた気体を最初の段階で使用しても、部品、基板への熱衝撃による悪影響は少ない。気体を用いるメリットははんだ付け後に被覆されて保護膜として形成されているフラックスを破壊しないこと、コネクタ内部の接点部等への影響がないこと等である。

【0036】従って、望ましいプロセスとしては冷却時に液相線近傍から固相線温度まで急激に冷却して短時間で凝固させ、その後は徐冷することにより、応力を解放させながら冷却することが望ましい。冷却性能として理想的な冷媒は液体であり、はんだの固相線温度近くで沸点を持つものが冷却性能としては理想的で、フロリナートの場合、材料を選ぶことはある程度可能である。液体から急激に蒸気となることにより、潜熱を奪われて冷却効果を上げることができる。

【0037】Biが7.5%より多い系では3元共晶が析出されるので、ここでの固相線温度は137℃である。冷却効果を上げるためには同様に、基板及び部品等への熱影響のない範囲で冷却温度を下げるができる。但し、はんだ自体の機械的性質、特に伸びはBiの変化に対して、図4に示す界面強度特性とほぼ同様な傾向を示すことから、基板、部品の寸法・構造によっては、Biの多い組成に対してはリフトオフは避けられても、はんだ自体のクラック(粒界割れ)、Sn結晶粒界の欠陥(マイクロボイド発生)が現れる。15%Biはんだの場合、100℃の湯に漬けた急冷の場合(10℃/s)でも、図5の上段に示された水中

の場合に限られず、同様にはんだにクラックを発生している。この原因は、大きなストレスをはんだ全体で緩和できたことによるが、Biが多いことによりはんだ自体の機械的特性が劣るために起きる欠陥である。従って、Biが多い系で理想的なプロセスに近付けるには、固相線まで急冷して、その後徐冷することが必要である。15%Bi入りはんだで100℃と、シリコンオイルを用いた137℃での急冷効果を確認したところ、外観上でも137℃の優位性が認められた。

【0038】他方、Biが7.5%以下の4%Bi入りはんだの場合は固相温度は200℃であるが、100℃の湯(10℃/s)でも、室温の水(40℃/s)でもリフトオフを防止でき、かつクラック(粒界割れ)、マイクロボイド等の欠陥は見つからない。但し、両者の外観写真を比較すると、100℃の湯に漬けた場合(図5中段)Biが少ない系には水に漬けた場合(図5下段)より明らかに優れる。従って、Biが少ない系においては、冷却効果を上げるため、固相線温度にとらわれないで、それ以下の100~150℃まで下げることが可能である。欠陥が生じにくい原因はバルクはんだの機械的特性の良さにあるものと思われる。即ち、Biが少ない程良好な継手が得られる。

【0039】フラックスを洗浄する方式の場合は、はんだの固相線温度近くもしくはBiが少ない系において100~150℃で可能なフロリナート等を噴霧、又はシャワーで供給することにより、洗浄と冷却効果が同時に期待できる。この洗浄、冷却工程においては、冷却洗浄液の回収システムが必須である。洗浄方式の場合、フラックスの成分が洗浄液に溶けることが必要条件である。

【0040】水もしくは水の噴霧の場合は、水溶性のフラックスを使用する必要があるが、中途半端な洗浄は問題となる。水の場合、低コストであるがコネクタ等の接点への付着の汚れ、腐食、錆等の課題が残るので、構造的にも限定される。

【0041】フラックスの洗浄レス化が主流であるが、洗浄レス方式の場合、冷媒としては冷却したエアもしくは高温での酸化防止用に窒素を基板両面から吹き付けるのが望ましい。最初は冷却したエアもしくは窒素を吹き付け、はんだの固相線温度レベルに達した時、通常のエアで徐冷することで、フラックス保護膜を破壊させないで、かつ基板、部品等への熱衝撃を与えないで可能である。冷媒として液体、例えば水を使用すると、フラックスの被覆保護膜が高温の水、シャワー、噴霧水で局所的に破壊したり、付着のむらを起こすと絶縁性の劣化を起こす可能性があり厄介な問題となる。フラックスの被覆にクラックを与えないで可能な冷却方法にする必要がある。水を使用する場合、瞬時に蒸発させ、不純物が接点部に残らないようにすることが重要であり、残さの影響を考えて純度も考慮するプロセスとする。

【0042】液体に浸漬する方法としては、主にはんだ付け面側を冷却する方式も可能である。コネクタを使

用する場合、液体がコネクタの中に入らないようにするため、はんだ付けと同様なやり方ではんだ付け面を液体に浸漬するプロセスも可能である。また、このとき、部品側は気体、噴霧、シャワー等を組み合わせても良い。なお、液体の温度は一定に管理する必要がある。

【0043】次に、ダブルウェーブの窒素雰囲気フローソルダーリングへの適用例を図6に示す。1は窒素チャンバーユニットで、ピン8付き部品7を搭載したプリント基板6が一次噴流ノズル9及び二次噴流ノズル10を経て、冷却工程に移る断面(上段)、平面図(下段)を示す。Sn-3Ag-7.5Bi(液相線:210℃、固相線:188℃)を用いた場合の例を示す。基板をフロー直後、窒素雰囲気の流れを乱さないで急冷させるため、炉と冷却機構の間に熱遮蔽板3のカーテンを設け、先端には耐熱性のフィルム15が取り付けられ、搭載部品の通過に支障がないように設計されている。熱遮蔽板の間及び、その後の冷却板2間にクーラーから導入した冷却エア5、4がノズル14から流れる。窒素チャンバー1から出てくる窒素11は上側及び下側に吸引される(一部、熱遮蔽板からでてくる窒素もしくはエア5も混入)ことにより、冷却効果を上げている。熱遮蔽板の間からでてくる窒素もしくはエア、及び冷却板間からでてくるエアは基板が存在するときは主に両側12で吸引される仕組みになっている。13は各部を通過するときの基板のランド部の温度で、はんだ付け部は245℃、熱遮蔽板3通過直後ははんだの液相線温度の210℃に合わせた。冷却板を通過した時点ではんだの固相線温度の188℃より低めの180℃程度とした。なお、サンプルによっては150℃(137℃以上)で冷却しても効果がある。この間、10℃/sで冷却することにより、リフトオフを防止できる。図6の下段に温度(t)と時間(s)のプロフィールを示した。急冷されるA点の位置での基板ランド部の温度勾配が10℃/sとなる。なお、3元共晶が出る場合は固相線温度として137℃を考慮する必要がある。冷却性能アップのために、冷媒温度を下げる、流量を増やすこと、基板の速度を遅くすることは有効である。急冷には、冷媒を液体にすることは効果がある。場合によっては、液相線温度での保温部を設けると、フロー部への乱れの影響がなくなるので急冷しやすくなる。なお、180℃以下は残留応力、ひずみを緩和させながら冷却する必要があるため、約1℃/sで徐冷した。これにより、健全な継手が得られる。他のはんだ組成においても同様な方法で、はんだの溶融特性に合ったリフトオフ防止プロセス制御が可能である。

【0044】次に、窒素を使用しないフラックス洗浄レスプロセスに導入した例を図7に示す。熱遮蔽板3を境に沸点の高いフロリナート液17に浸漬して冷却するモデルを示し、部品7面は窒素、エア16を吹き付けても良く、あるいはフロリナートを噴霧、もしくはシャワーで散布しても良い。一連の流れ工程で可能であり、フロリナートのフロー浴は冷却機で一定温度に保たれてい

る。基板の温度制御プロセスは図6に示したものと同一やりかたが可能である。この場合、フロリナートの代わりに水を用いる場合、温度管理、不純物管理が重要となる。

【0045】このようにフローにおける急冷プロセスを導入することにより、すでに接合されてあるリフロー継手に及ぼすフローの急冷効果の影響も期待できる。急冷によるリフローによる継手のBiの偏析を防止できるので、高信頼化が期待できる。

【0046】なお、これまでSn-Ag-Bi系の鉛フリーはんだを一例として説明してきたが、リフトオフ現象はBiの無い系でも液相線と固相線との温度差で起きていることから、このことは他のSn系、例えばSn-Sb系、Sn-Cu系、Sn-Zn系、Sn-In系等においても起こり得ることであり、同様な対策、手法の適用が可能であることは言うまでもない。当然のことながら、Agにおいては3%に限定するものではない。

【0047】

【発明の効果】本発明によれば、Biを含んだ鉛フリーはんだを用いた電子部品と回路基板との接続信頼性を向上させ、接続不良の少ない電子回路基板の製造方法を提供することができる。特にはんだ接続時の温度プロファイルを適正化することによりその接続信頼性を向上させ、接続不良の少ない電子回路基板の製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】Bi量とランド部はんだき裂長さの関係である。

【図2】ガラスエポキシ基板のリフトオフ現象とそのメカニズムを示す。

【図3】Bi系はんだ中に含まれる3元共晶の量の測定法の原理を示す。

【図4】Sn-Ag-Bi系はんだのBi量と物性値、熔融特性、強度等の関係を示す。

【図5】SEM写真によるスルーホール継手の外観観察を示す。

【図6】窒素雰囲気下のフローソルダーリングへの適用例を示す断面、平面図である。

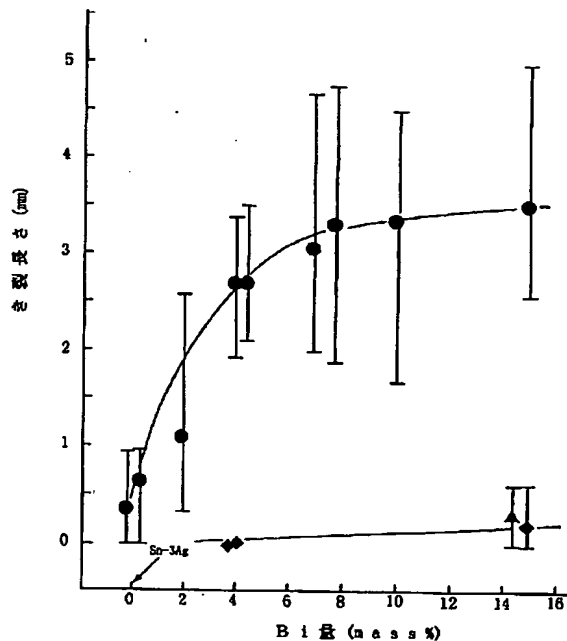
【図7】フローソルダーリングへの適用例を示す断面図である。

【符号の説明】

- |           |            |
|-----------|------------|
| 1…窒素チャンバー | 10…二次噴流ノズル |
| 2…冷却板     | 11…窒素      |
| 3…熱遮蔽板    | 12…吸引      |
| 4…冷却エア    | 13…温度      |
| 5…冷却エア    | 14…ノズル     |
| 6…プリント基板  | 15…フィルム    |
| 7…部品      | 16…窒素、エア   |
| 8…ピン      | 17…フロリナート液 |
| 9…一次噴流ノズル | 18…移動方向    |

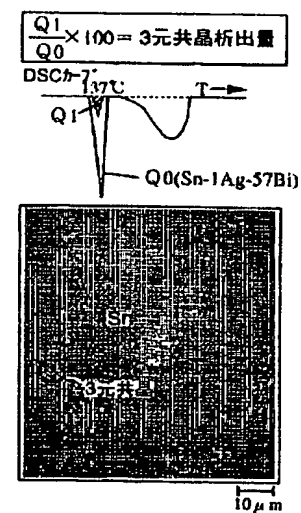
【図1】

図1



【図3】

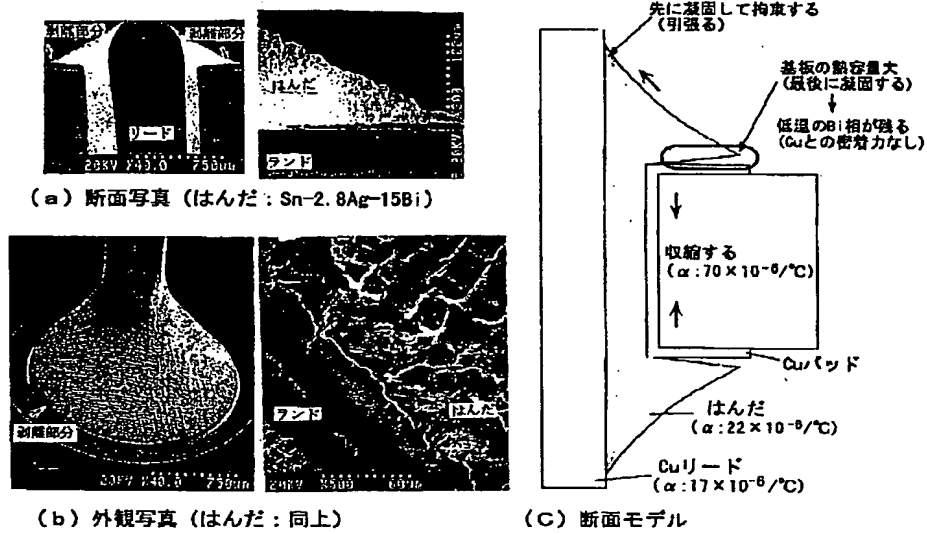
図3





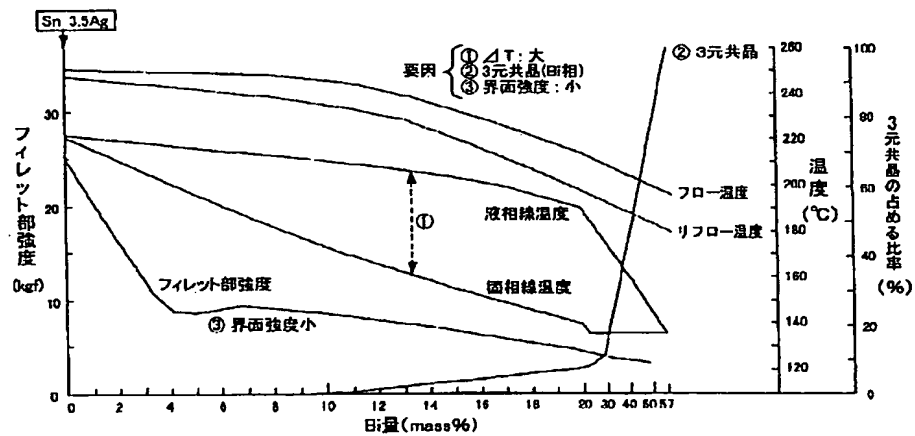
【図2】

図2



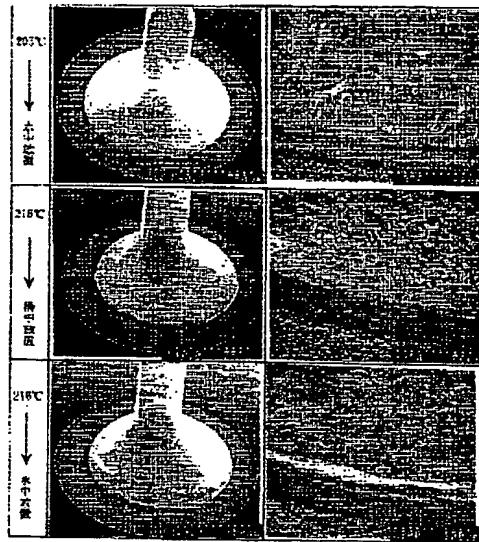
【図4】

図4



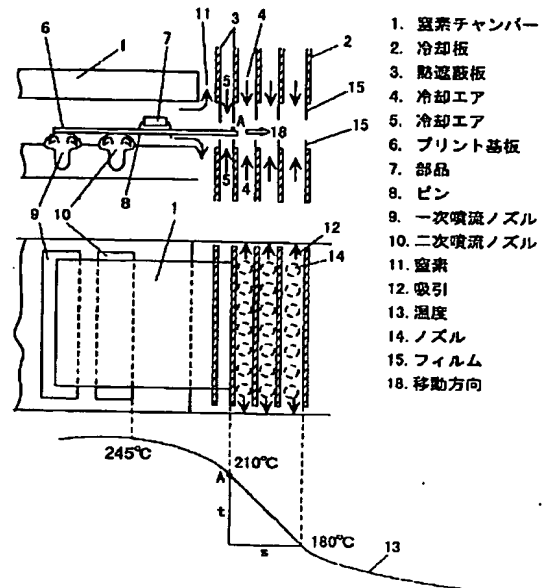
【図5】

図5



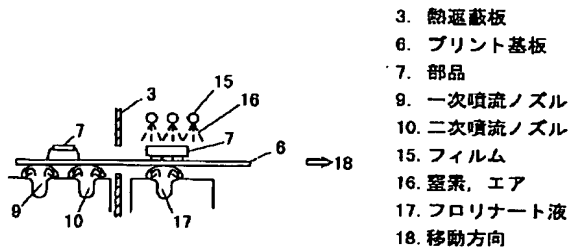
【図6】

図6



【図7】

図7



フロントページの続き

(72) 発明者 下川 英恵  
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式  
会社日立製作所生産技術研究所内  
(72) 発明者 芹沢 弘二  
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式  
会社日立製作所生産技術研究所内

(72) 発明者 天野 泰雄  
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式  
会社日立製作所生産技術研究所内  
(72) 発明者 坂口 勝  
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式  
会社日立製作所生産技術研究所内  
(72) 発明者 山口 博司  
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式  
会社日立製作所生産技術研究所内